

PATENT  
1560-0410P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Tetsuya MURAKAMI et al Conf.:  
Appl. No.: 10/800,715 Group:  
Filed: March 16, 2004 Examiner: UNASSIGNED  
For: ELECTRIC POWER STEERING APPARATUS

L E T T E R

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

April 30, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

| <u>Country</u> | <u>Application No.</u> | <u>Filed</u>   |
|----------------|------------------------|----------------|
| JAPAN          | 2003-071859            | March 17, 2003 |

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By

Michael K. Mutter, #29,680

P.O. Box 747

Falls Church, VA 22040-0747

(703) 205-8000

MKM/STW/mlr  
1560-0410P

Attachment(s)

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

10/800,715  
Tetsuya MURAKAMI et al  
ELECTRIC POWER STEERING APPARATUS  
Filed: March 16, 2004  
Birch, Stewart, Kolasch, &  
(703) 205-8000 Birch

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 3月17日

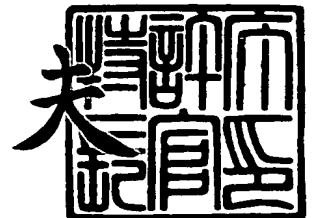
出願番号  
Application Number: 特願2003-071859  
[ST. 10/C]: [JP2003-071859]

出願人  
Applicant(s): 光洋精工株式会社

2004年 3月12日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3019980

【書類名】 特許願

【整理番号】 105628

【提出日】 平成15年 3月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B62D 5/04

【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

【請求項の数】 2

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号 光洋精工株式会社内

    【氏名】 村上 哲也

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号 光洋精工株式会社内

    【氏名】 猿渡 丈博

【特許出願人】

    【識別番号】 000001247

    【氏名又は名称】 光洋精工株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100078868

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 河野 登夫

    【電話番号】 06(6944)4141

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 001889

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9810581

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 操舵補助用モータによって軸回りに回転される回転筒の内周に形成された雌ねじ溝と、舵取軸の外周に形成された雄ねじ溝とを、複数のボールを介して螺合させたボールねじ機構を用いて、ステアリング操作に応じた操舵補助用モータの回転を舵取軸の軸長方向の移動に変換する電動パワーステアリング装置において、

前記雌ねじ溝及び雄ねじ溝の断面の前記ボールと接触する部分は円弧状であり、前記雌ねじ溝の曲率は、前記雄ねじ溝の曲率より小さいことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 2】 前記雌ねじ溝の曲率半径は、前記ボールの直径の 53.5～85%であり、前記雄ねじ溝の曲率半径は、前記ボールの直径の 52.5～75%であることを特徴とする請求項 1 記載の電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、回転運動から直線運動又は直線運動から回転運動への運動変換を行なうボールねじ機構を備え、該ボールねじ機構を用いて操舵補助用モータの回転を舵取軸の直線運動に変換する電動パワーステアリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

モータ等の回転駆動源の回転運動を直線運動に変換する、又は、直線運動を回転運動に変換するボールねじ機構が、種々の産業分野に用いられている。例えば、ステアリング操作に応じて駆動される操舵補助用モータを備える電動パワーステアリング装置においては、操舵補助用モータによって軸回りに回転する筒形のボールナット内周に形成された雌ねじ溝と、ラック・ピニオン式舵取機構のラック軸（舵取軸）の外周に形成された雄ねじ溝とを、複数のボールを介して螺合させたボールねじ機構を用いて、操舵補助用モータの回転運動を、ラック軸の軸長

方向への直線運動に変換している（例えば、特許文献1参照）。

#### 【0003】

##### 【特許文献1】

特開 2001-122136 号公報

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

図3にボールねじ機構の螺合部分の例を示す。符号11はラック軸、符号13はボールナットであり、ラック軸11の外周に形成された雄ねじ溝11aとボールナット13の内周に形成された雌ねじ溝13aとが、複数（図3では1個）のボール14を介して螺合されている。雄ねじ溝11a及び雌ねじ溝13aの断面のボール14と接触する部分（接触部分）は、2つの単一R形状を組合せた複合R形状となっている。

#### 【0005】

複合R形状の場合、ボール14と雄ねじ溝11a及び雌ねじ溝13aとのすきまを詰めた場合、4点接触となり、スキューが発生するという問題がある。また、複合R形状を構成する2つ（左右）の単一R形状間に寸法誤差が生じるという問題がある。

#### 【0006】

本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、ボールねじ機構のボール及びねじ溝間のスキューの発生を防止する、又は、ねじ溝の寸法誤差を低減することが可能な電動パワーステアリング装置を提供することを目的とする。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

第1発明に係る電動パワーステアリング装置は、操舵補助用モータによって軸回りに回転される回転筒の内周に形成された雌ねじ溝と、舵取軸の外周に形成された雄ねじ溝とを、複数のボールを介して螺合させたボールねじ機構を用いて、ステアリング操作に応じた操舵補助用モータの回転を舵取軸の軸長方向の移動に変換する電動パワーステアリング装置において、前記雌ねじ溝及び雄ねじ溝の断面の前記ボールと接触する部分は円弧状であり、前記雌ねじ溝の曲率は、前記雄

ねじ溝の曲率より小さいことを特徴とする。

#### 【0008】

第1発明においては、ボールねじ機構の雌ねじ溝及び雄ねじ溝の断面の前記ボールと接触する部分は円弧状（単一R形状）であり、ボールと雄ねじ溝及び雌ねじ溝とのすきまを詰めた場合、2点接触となる。また、雌ねじ溝の曲率は、雄ねじ溝の曲率より小さい（雌ねじ溝の曲率半径は、雄ねじ溝の曲率半径よりも大きい）。曲率が小さい（曲率半径が大きい）ほど、ボールとねじ溝との接触面積が低下し、接触面圧が高くなる。雌ねじ溝の方が雄ねじ溝よりも曲率が小さい（曲率半径が大きい）ため、操舵補助用モータの回転力が与えられる駆動側の回転筒側の接触面圧が、舵取軸側の接触面圧よりも高くなり、駆動効率が向上する。

#### 【0009】

第2発明に係る電動パワーステアリング装置は、第1発明において、前記雌ねじ溝の曲率半径は、前記ボールの直径の53.5～85%であり、前記雄ねじ溝の曲率半径は、前記ボールの直径の52.5～75%であることを特徴とする。

#### 【0010】

第2発明においては、ボールねじ機構の回転筒内周の雌ねじ溝の曲率半径は、ボール直径の53.5～85%であり、舵取軸外周の雄ねじ溝の曲率半径は、ボール直径の52.5～75%である。ねじ溝の曲率半径をボール直径の52.5%より大きくすることにより、ボールをねじ溝に余裕を持って嵌込むことが可能である。また、ねじ溝の曲率半径をボール直径の85%より小さくすることにより、ボールとねじ溝との接触面圧を限界値以下に保つことが可能である。

#### 【0011】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて具体的に説明する。

図1に、本発明に係る電動パワーステアリング装置のボールねじ機構部分の構成例を示す。ボールねじ機構1は、図示しない操舵補助用モータによって軸回りに回転する筒形のボールナット（回転筒）12と、ラック・ピニオン式舵取機構のラック軸（舵取軸）10とを有し、ボールナット12の内周に形成された雌ねじ溝12aとラック軸10の外周に螺旋状に形成された雄ねじ溝10aとを、複

数のボール 14 を介して螺合させている。

#### 【0012】

ボールねじ機構 1 のボールナット 12 は、ボールナット 12 を内輪とするボールベアリング 24 により、ハウジング 22 内部に回転自在に支持されている。また、ボールナット 12 の外周には傘歯車 34 が取付けられ、操舵補助用モータ（図示せず）によって回転される回転軸 30 の先端部に取付けられた傘歯車 32 と螺合されている。

#### 【0013】

回転軸 30 が回転すると、傘歯車 32, 34 で回転力が伝達され、ハウジング 22 内のボールナット 12 が軸回りに回転する。ボールナット 12 が軸回りに回転すると、ボール 14 はラック軸 10 の雄ねじ溝 10a との係合を保って転動し、ボール 14 との係合位置で雄ねじ溝 10a に加わる作用力の軸長方向成分により、ラック軸 10 は軸長方向に押圧される。操舵補助用モータの回転により、ラック軸 10 が軸長方向に移動し、操舵補助が行なわれる。

#### 【0014】

図 2 にボールねじ機構 1 の螺合部分の例を示す。ラック軸 10 外周の雄ねじ溝 10a 及びボールナット 12 内周の雌ねじ溝 12a の断面のボール 14 と接触する部分（接触部分）は、円弧形状（単一 R 形状）になっている。

#### 【0015】

雄ねじ溝 10a 及び雌ねじ溝 12a の接触部分が単一 R 形状であるため、ボール 14 と雄ねじ溝 10a 及び雌ねじ溝 12a とのすきまを詰めた場合は 2 点接触となり、スキューが発生することを防止できる。また、単一 R 形状であるため、接触面の寸法誤差も少ない。

#### 【0016】

ただし、雄ねじ溝 10a の曲率は、雌ねじ溝 12a の曲率より大きい（雄ねじ溝 10a の曲率半径  $r_1$  は、雌ねじ溝 12a の曲率半径  $r_2$  より小さい）。曲率半径が増加するにしたがって接触面積は小さくなり、接触面圧が増加するため、 $r_1$  より  $r_2$  の方が大きい場合、ラック軸 10 側よりも、操舵補助用モータの回転力が与えられる駆動側のボールナット 12 の方が接触面圧は高くなり、駆動効



率が向上する。

【0017】

また、ボール14の直径Dに対して、雄ねじ溝10aの曲率半径 $r_1$ は、

$$0.525 \times D \leq r_1 \leq 0.75 \times D$$

であり、雌ねじ溝12aの曲率半径 $r_2$ は、

$$0.535 \times D \leq r_2 \leq 0.85 \times D$$

である。

【0018】

ボール14を雄ねじ溝10a及び雌ねじ溝12aに嵌込むためには、曲率半径( $r_1$ 、 $r_2$ )は $0.5 \times D$ より大きい必要があり、雄ねじ溝10aの曲率半径 $r_1$ は $0.525 \times D$ 以上とし、雌ねじ溝12aの曲率半径 $r_2$ は、 $r_1$ よりも大きく $0.535 \times D$ 以上としている。

【0019】

また、曲率半径の増加にともなって接触面圧が増加するため、接触面圧の限界値を考慮して、雌ねじ溝12aの曲率半径 $r_2$ は $0.85 \times D$ 以下とし、雄ねじ溝10aの曲率半径 $r_1$ は、 $r_2$ よりも小さく $0.75 \times D$ 以下としている。

【0020】

余裕を持ってボール14を雄ねじ溝10a及び雌ねじ溝12aに嵌込むために、雄ねじ溝10aの曲率半径 $r_1$ は $0.60 \times D$ 以上であることが好ましく、雌ねじ溝12aの曲率半径 $r_2$ は $0.61 \times D$ 以上であることが好ましい。

【0021】

また、接触面圧の限界に対して余裕を持たせるために、雄ねじ溝10aの曲率半径 $r_1$ は $0.70 \times D$ 以下であることが好ましく、雌ねじ溝12aの曲率半径 $r_2$ は $0.75 \times D$ 以下であることが好ましい。

【0022】

さらに、雄ねじ溝10aの曲率半径 $r_1$ 及び雌ねじ溝12aの曲率半径 $r_2$ をボール14半径( $D/2$ )より大きくすることにより、舵取軸10の軸長方向の剛性であるスラスト剛性が低下し、操舵開始時にボールナット12が回転せずに微小にスラスト移動することにより、操舵の開始をスムーズに行なうことが可能

になる。

#### 【0023】

また、ハウジング22の回転軸30の反対側には、ボールベアリング24と対向する位置にねじ孔が形成されている。また、ハウジング22の回転軸30側には、ボールベアリング24との間に弾性体26が挟まれている。前記ねじ孔のねじ28を締めることにより、ボールベアリング24は弾性体26を押圧しながら回転軸30側に移動する。また、ねじを緩めることにより、ボールベアリング24は弾性体26の復元力により回転軸30から遠ざかる。

#### 【0024】

ボールベアリング24と共にボールナット12及び傘歯車34も移動するため、ねじ28により、回転軸30の傘歯車32とボールナット12の傘歯車34との距離を調整することが可能である。

#### 【0025】

傘歯車32、34間の隙間は、狭くしすぎると摩擦が増えて回転が悪くなり、広くしすぎるとバックラッシュが生じるなど、調整が困難であるが、本発明においては、ねじ28で傘歯車32、34間の隙間を容易かつ細かく調整することが可能である。

#### 【0026】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、ボールねじ機構の雌ねじ溝及び雄ねじ溝のボールとの接触部分が円弧状（単一R形状）であるため、寸法誤差は少なく、また、2点接触となるため、スキューの発生を防止することが可能である。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明に係る電動パワーステアリング装置のボールねじ機構部分の構成例を示す図である。

##### 【図2】

ボールねじ機構の螺合部分の例を示す図である。

##### 【図3】

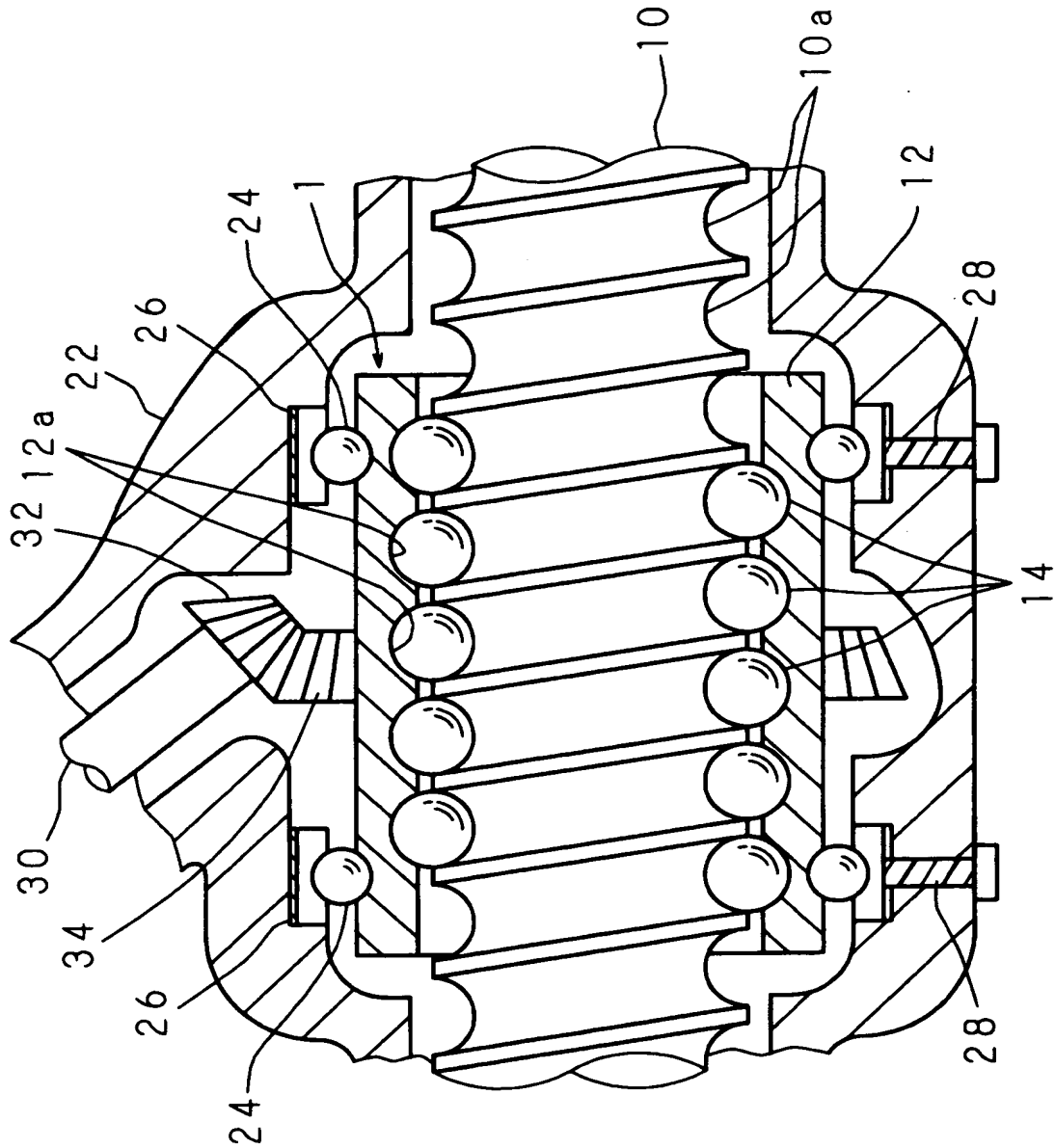
従来のボールねじ機構の螺合部分の例を示す図である。

【符号の説明】

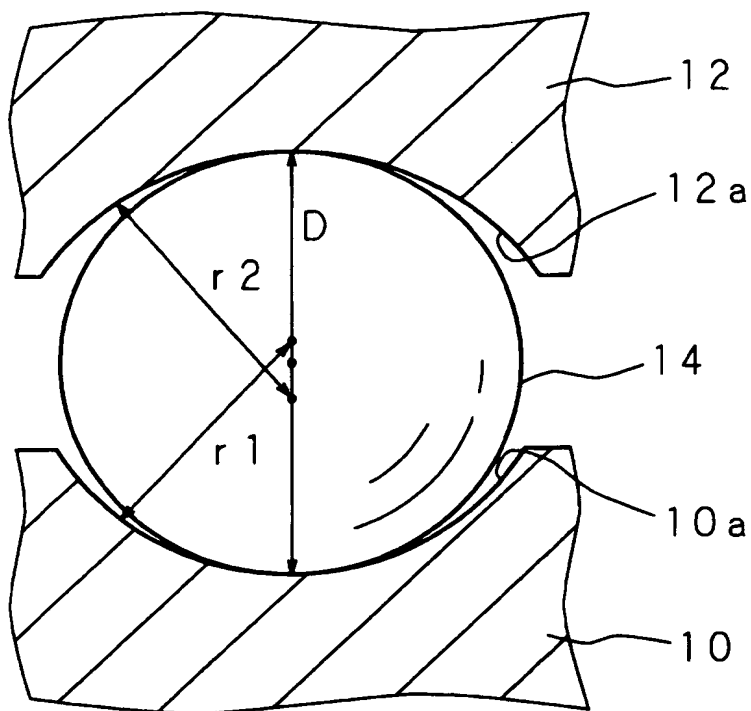
- 1 ボールねじ機構
- 10 ラック軸（舵取軸）
- 10a 雄ねじ溝
- 12 ボールナット（回転筒）
- 12a 雌ねじ溝
- 14 ボール
- 22ハウジング
- 24 ボールベアリング
- 26 弾性体
- 28 ねじ
- 30 回転軸
- 32、34 傘歯車

【書類名】 図面

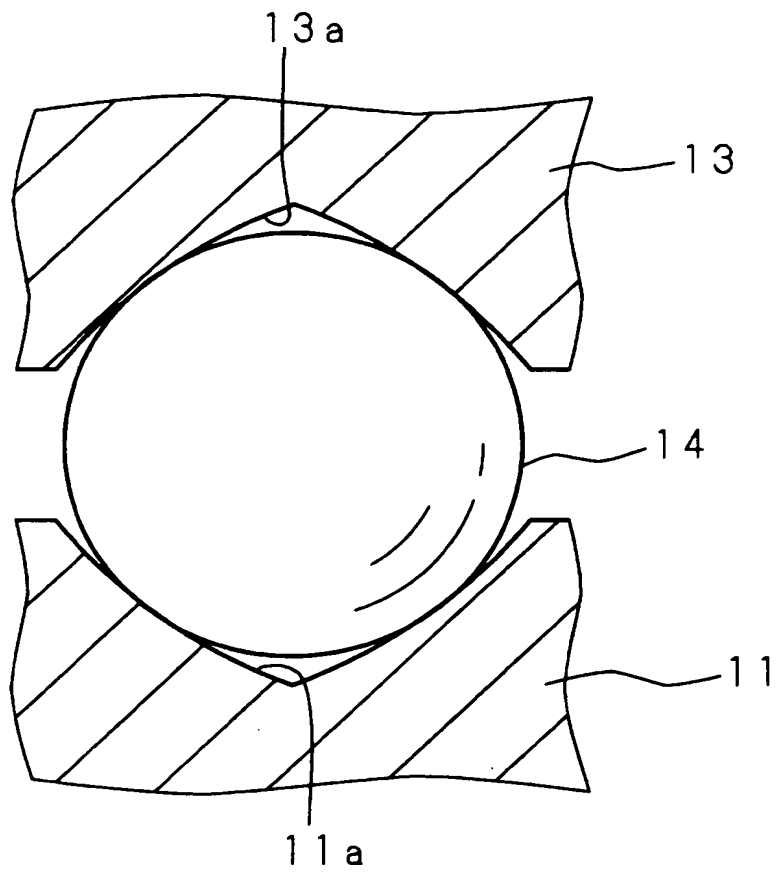
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ボールねじ機構のボール及びねじ溝間のスキューの発生を防止し、また、ねじ溝の寸法誤差を低減させる電動パワーステアリング装置を提供する。

【解決手段】 操舵補助用モータによって軸回りに回転される回転筒 12 の内周に形成された雌ねじ溝 12 a と、舵取軸 10 の外周に形成された雄ねじ溝 10 a とを、複数のボール 14 を介して螺合させたボールねじ機構を用いて、ステアリング操作に応じた操舵補助用モータの回転を舵取軸 10 の軸長方向の移動に変換する電動パワーステアリング装置において、雌ねじ溝 12 a 及び雄ねじ溝 10 a のボール 14 との接触部分を円弧状にし、雌ねじ溝 12 a の曲率を、雄ねじ溝 10 a の曲率よりも小さくした。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 7 1 8 5 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 1 2 4 7 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号

氏 名 光洋精工株式会社